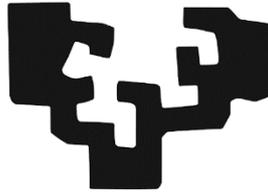


eman ta zabal zazu



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

INSECTOS: ¿ALIMENTOS DEL FUTURO?

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS

4º CURSO

LEIRE QUINTANA ÁLAVA

7 DE JUNIO DEL 2023

RESUMEN:

El crecimiento demográfico, la urbanización y el aumento de la clase media han incrementado la demanda de alimentos a escala mundial, de forma que para 2050 habrá que alimentar a más de 9.000 millones de personas. Dicha demanda unida a los impactos ambientales destructivos generados por la industria alimentaria ha llevado a los académicos a investigar alternativas más sostenibles como son los insectos, y se han realizado avances desde la perspectiva de la Unión Europea.

Organizaciones Europeas como la EFSA y la FAO, han estudiado su seguridad y han determinado que se trata de alternativas seguras, siempre que se manipulen de forma adecuada, además de ser nutritivas y sostenibles. Concretamente, los insectos son una buena fuente de proteínas, grasas, micronutrientes y fibra, con valores superiores a otros animales domésticos. En cuanto al impacto ambiental, destacan por una escasa necesidad de agua y tierra, una alta tasa de conversión y la mínima generación de gases de efecto invernadero.

Otro aspecto a considerar para impulsar su consumo en Europa es la aceptación social. La determinación de los factores que influyen en el rechazo de los consumidores hacia el consumo de insectos es importante para diseñar estrategias que promuevan su inclusión en la dieta. Variables como el sexo, edad, ingresos o el tipo de dieta son algunas de las más relevantes, junto con el modo de presentación, siendo más aceptados los productos que ocultan la apariencia natural del insecto.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	3
3. METODOLOGÍA	3
4. DESARROLLO	3
4.1. Legislación.....	3
4.2. Beneficios del consumo de insectos	6
4.2.1 Aspecto nutricional	6
4.2.2 Aspecto ambiental	10
4.2.3 Aspecto económico	14
4.3. Riesgos de la entomofagia.....	15
4.4. Aceptación social	18
5. CONCLUSIONES	20
6. BIBLIOGRAFÍA	22

1. INTRODUCCIÓN

La entomofagia es una práctica que consiste en el consumo de insectos por los seres humanos y se lleva a cabo en muchos países de todo el mundo, pero principalmente en regiones de Asia, África y América Latina.

El consumo de insectos en muchas ocasiones se asocia a costumbres insanas que reflejan un alto nivel de primitivismo, ya que la dieta del hombre primitivo se basaba en productos de fácil accesibilidad como frutos, miel, tubérculos, hierbas y flores, además de insectos, reptiles, pequeños mamíferos y huevos de aves. Por tanto, esta práctica se remonta a épocas antiguas en donde muchas culturas explotaron de forma eficiente el medio ambiente, integrando los insectos en sus variadas dietas alimenticias.

El imperio azteca afincado en México, además de practicar el canibalismo ocasionalmente, consumía gran cantidad de especies animales como perros, serpientes, ratones o insectos. Entre las especies que consumían se encuentran los chapulines y los chinches, los cuales en la actualidad se siguen comiendo.^{1,2}

Otros países sudamericanos consideraban los insectos como productos de menor categoría, y por ello, los adultos se reservaban las carnes de animales grandes y dejaban las ranas, caza menor e insectos para que se alimentasen los niños.

En Europa, las primeras referencias a la entomofagia proceden de Grecia, donde comer cigarras se consideraba un lujo. El mismo Aristóteles ya dejó constancia de este hecho en su obra *Historia Animalium*. Asimismo, en la Antigua Roma, Plinio el Viejo hace referencia a un plato muy estimado por los romanos conocido como “cossus” que tendría como ingrediente principal la larva del escarabajo *Cerambyx cerdo*.

En Asia, la literatura china también hace referencia a la entomofagia y al uso de insectos en la medicina tradicional. En el *Compendio de Materia Médica* de Li Shizhen, se cita una cantidad enorme de recetas basadas en el uso de insectos, resaltando los beneficios medicinales de cada una de ellas.³

Recientemente, científicos de la Universidad de California, Berkeley, en Estados Unidos, han concluido que nuestros antepasados eran en su mayoría comedores de insectos. Para llegar a esta conclusión, han analizado genomas de 107 especies de mamíferos diferentes y en

muchos de ellos han encontrado genes que les habrían permitido degradar la quitina presente en la corteza de los insectos.⁴

A pesar de las evidencias, no todas las sociedades humanas actuales contemplan a los insectos como alimentos, especialmente en los países desarrollados donde existe una fobia al hecho de consumirlos, denominada entomofobia. Este rechazo hacia los insectos se debe al proceso de civilización por el cual el acto de consumir insectos se consideraba salvaje y dejó de realizarse.

El origen de la agricultura y la ganadería sustituyó la caza y la recolección como principales fuentes de sustento. Así, poco a poco el consumo de insectos fue sustituido por el consumo de animales domésticos, los cuales ofrecían un amplio abanico de productos desde pieles y productos lácteos hasta fuerza de tracción o medio de transporte. La caza de animales salvajes o el consumo de insectos estaban sujetos a las estaciones resultando poco estables en el tiempo, por lo que pasaron a un segundo plano y empezaron a considerarse prácticas primitivas en un contexto de sociedad sedentaria. Sin embargo, el principal motivo que provocó el rechazo hacia el consumo de insectos fue su impacto sobre la agricultura. Mientras esta práctica se convirtió en la principal fuente de alimento, los insectos pasaron a considerarse un problema al generar plagas y afectar su producción. Por otro lado, la alta densidad poblacional en los núcleos urbanos facilitaba la transmisión de enfermedades a través de insectos vectores.

En la actualidad, un nuevo interés mundial por los insectos comestibles surge de la necesidad de preservar los recursos agrícolas para alimentar a los 9 mil millones de habitantes del mundo previstos para 2050 y obtener una reducción del impacto ecológico de los alimentos de origen animal.³

2. OBJETIVOS

- Conocer los insectos autorizados como nuevos alimentos en Europa.
- Analizar el aporte nutricional de los insectos como fuente de alimentación.
- Evaluar el impacto medioambiental generado por los insectos.
- Evaluar los beneficios para la salud y conocer los posibles riesgos derivados del consumo de insectos.
- Estudiar la postura de los consumidores hacia la entomofagia.

3. METODOLOGÍA

Para alcanzar los objetivos presentados se procedió a la revisión bibliográfica de artículos científicos que contengan información contrastada sobre el consumo de insectos, los cuales se obtuvieron de las bases de datos PubMed, ScienceDirect, Google Scholar y ehuBiblioteca. Se llevó a cabo una búsqueda con las palabras clave: “edible insects”, “security”, “acceptance”, “sustainability” y “risks”. Se revisaron los resúmenes y las referencias bibliográficas de los artículos seleccionados. Asimismo, se extrajo información de páginas web de organismos institucionales como la FAO. La búsqueda de artículos se realizó en inglés, por ser el idioma de referencia en el ámbito científico, mientras que el resto de información se buscó tanto en inglés, como en castellano.

4. DESARROLLO

4.1. Legislación

El consumo de insectos no es una práctica nueva en la sociedad, pero su regulación sí es relativamente reciente. Desde el 1 de enero de 2018 es de aplicación en todos los Estados miembros de la Unión Europea el Reglamento (UE) 2015/2283 del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de noviembre de 2015 relativo a los nuevos alimentos, por el que se modifica el Reglamento (UE) nº 1169/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo y se derogan el Reglamento (CE) nº 258/97 del Parlamento Europeo y del Consejo y el Reglamento (CE) nº 1852/2001 de la Comisión.

Este reglamento incluye los insectos dentro de la definición de nuevo alimento, en la categoría de alimento que consista en animales o sus partes, o aislado de estos o producido a partir de

estos, que las personas no hayan consumido en una medida importante en la Unión Europea antes del 15 de mayo de 1997.

Este Reglamento prevé dos tipos de procedimientos que serían aplicables a los insectos:

- Procedimiento de solicitud de autorización de nuevos alimentos.
- Procedimiento de notificación para alimentos tradicionales de terceros países, los cuales deben haber sido consumidos al menos durante veinticinco años como parte de la dieta habitual.

En consecuencia, cualquier operador que quiera comercializar insectos para alimentación humana en la Unión Europea, debe presentar una solicitud de autorización o de notificación, en base a uno de los dos procedimientos. Una vez que la Comisión Europea lo incluya en la lista de la Unión, tal y como prevé el Reglamento, se podrá iniciar su comercialización.^{5,6}

Actualmente, son ya cuatro las especies de insecto autorizadas bajo Reglamento (UE) 2015/2283, a saber, *Tenebrio molitor*, *Locusta migratoria*, *Acheta domesticus*, y recientemente *Alphitobius diaperinus*:

- **Tenebrio molitor**

El reglamento de Ejecución (UE) 2022/169 de la Comisión de 8 de febrero de 2022 considera las larvas de *Tenebrio molitor* como nuevo alimento, y autoriza a la empresa francesa solicitante su comercialización en exclusividad durante 5 años.

El nuevo alimento consiste en las formas congelada, desecada y en polvo del gusano de la harina (larva de *Tenebrio molitor*). El término «gusano de la harina» se refiere a la fase larvaria de *Tenebrio molitor*, una especie de insecto perteneciente a la familia de los *Tenebriónidos* (escarabajos oscuros). Se destinan al consumo humano los gusanos enteros, sin retirar ninguna parte.⁷

- **Locusta migratoria**

El reglamento de Ejecución (UE) 2021/1975 de la Comisión de 12 de noviembre de 2021 considera la langosta migratoria (*Locusta migratoria*) como nuevo alimento. Se

entiende por “langosta migratoria”, el adulto de *Locusta migratoria*, una especie de insecto perteneciente a la familia *Acrididae* (subfamilia *Locustinae*).

Este puede ser comercializado en forma congelada, desecada y en polvo (triturada) como ingrediente alimentario, y autoriza a la empresa de los Países Bajos solicitante a su comercialización en exclusividad durante 5 años.⁸

- **Acheta Domesticus**

El reglamento de Ejecución (UE) 2022/188 de la Comisión de 10 de febrero de 2022 considera por primera vez el grillo doméstico (*Acheta domesticus*) como nuevo alimento. Se entiende por “grillo doméstico”, el adulto de *Acheta domesticus*, una especie de insecto perteneciente a la familia de los *Gryllidae*. Se ha autorizado la comercialización de las formas congelada, desecada y en polvo.

Atendiendo a la solicitud de la protección de datos, el solicitante dispondrá de autorización para su comercialización en exclusividad durante 5 años.

El 3 de enero de 2023 se autorizó también la comercialización *Acheta domesticus* en polvo parcialmente desgrasado. Este insecto se suele presentar como aperitivo en seco, pero también como ingrediente en varios alimentos en polvo o congelados. También se encuentra en productos proteicos, galletas y productos de pasta. En Asia se suele preparar a la parrilla con mostaza y miel o se incorporan a algunos pasteles y golosinas.⁹

- **Alphitobius diaperinus**

El reglamento de ejecución (UE) 2023/58 de la comisión de 5 de enero de 2023 considera por primera vez el gusano del estiércol (*Alphitobius diaperinus*) como nuevo alimento. Se trata de la forma larvaria de *Alphitobius diaperinus*, una especie de insectos de la familia de los *Tenebriónidos* (escarabajos oscuros).

Se ha autorizado la comercialización de las formas congelada, en pasta, desecada y en polvo de las larvas, y estas se destinan enteras al consumo humano, sin retirar ninguna parte.

Atendiendo a la solicitud de la protección de datos, por lo que el solicitante dispondrá de autorización para su comercialización en exclusividad durante 5 años.

Tras una rigurosa evaluación científica, la EFSA dictaminó que estos insectos no representan un riesgo de seguridad para la salud humana, si bien pueden provocar reacciones alérgicas en personas alérgicas a los crustáceos, moluscos y a los ácaros.¹⁰

A pesar del amplio abanico de insectos existente en el planeta, a día de hoy la Unión Europea solo ha autorizado los 4 mencionados anteriormente. Si bien es cierto que hay otros insectos que se están revisando y evaluando para su futura autorización. Algunos de esos son: *Apis mellifera* (abeja), *Hermetia illucens* (mosca soldado negra) o *Gryllodes sigillatus* (grillo rayado).

Cabe comentar que las regulaciones altamente restrictivas para la producción y comercialización de insectos en Europa permiten a los gobiernos garantizar la seguridad de los consumidores, pero, por otro lado, también ralentizan el desarrollo de una industria capaz de ofrecer beneficios ambientales y económicos potenciales. Al mismo tiempo, en algunos países, la falta de normas formales para la producción genera incertidumbre y preocupación entre muchos productores de insectos, proporcionando una base inestable para la industria. Por lo tanto, es esencial contar con nuevas pruebas científicas que permitan una evaluación optimizada y mejorada, así como, la identificación de puntos críticos de control específicos en toda la cadena de producción y procesamiento de insectos.¹¹

4.2. Beneficios del consumo de insectos

4.2.1 Aspecto nutricional

Los insectos comestibles tienen un importante valor nutricional ya que proporcionan proteínas y nutrientes de alta calidad en comparación con la carne y el pescado, y pueden ser un elemento saludable para incorporar a nuestra dieta. Principalmente aportan energía, grasa, proteínas y fibra, pero también pueden ser una buena fuente de zinc, calcio y hierro. Además, son especialmente relevantes como complemento alimenticio para personas desnutridas porque la mayor parte de las especies de insectos contienen niveles elevados de ácidos grasos.^{12,13}

Generalmente estos se consumen en los estadios inmaduros ya que tienen el cuerpo menos esclerotizado y un mayor contenido de grasa que los hace más nutritivos. La composición nutricional entre las diferentes especies de insectos comestibles es muy diversa. Varios factores como la calidad de sus sustratos, la etapa de desarrollo de la cosecha y los factores

ambientales, así como los métodos de preparación y procesamiento aplicados antes del consumo, pueden afectar el contenido de nutrientes de los insectos comestibles.^{14,15}

Analizando detalladamente los nutrientes que aportan, destacan:

- **Proteínas:**

La masa corporal de los insectos está compuesta por un 60-70% de proteínas de calidad y fácilmente digeribles. La calidad de las proteínas se ha determinado por su contenido en aminoácidos esenciales, los cuales están presentes en su totalidad en la mayoría de los insectos. Muchos de estos tienen altos valores de leucina, lisina, valina, treonina, fenilalanina e histidina lo que los convierte en una opción interesante para países poco desarrollados donde se alimentan de vegetales y sufren déficit de este tipo de aminoácidos. En el caso de los cereales, muy presentes en todo el mundo, tienen bajo contenido en lisina y carencias de triptófano y treonina, lo que convierte a los insectos en una alternativa más nutritiva.^{16,17}

Es importante mencionar que el valor biológico de las proteínas de los insectos es alto en comparación con otras fuentes de proteínas. En insectos como el grillo (*G. assimilis*), polilla (*Cirina forda*), saltamontes (*Melanoplus foedus*) y termitas (*Macrotermes nigeriensis*) está entre 85 y 93%.¹⁷

- **Grasas:**

Después de las proteínas, las grasas son el segundo macronutriente más representativo en los insectos. Un rango general de lípidos en insectos está entre 10 a 50% en base seca, sin embargo, estos valores pueden variar dependiendo de diferentes factores como son el sexo o la especie.

En promedio, especies como las cucarachas, termitas y orugas tienen valores de grasa del 30%, mientras que los saltamontes, grillos y langostas pueden tener entre 13.4 y 33.4%. En relación al sexo, las hembras contienen más grasa que los machos.

La composición de los lípidos destaca por su gran contenido en ácidos grasos poliinsaturados y la presencia de ácidos linoleico y α -linolénico, la cual está influenciada por la alimentación que siguen los insectos.

Actualmente se está prestando atención a las posibles deficiencias de ácidos grasos omega 3 y omega 6 por parte de la población mundial y los insectos podrían desempeñar un papel

importante para evitar dichas carencias, particularmente en países en desarrollo donde el acceso a alimentos como el pescado es más limitado.^{15,17}

- **Micronutrientes:**

Los micronutrientes, incluidos los minerales y las vitaminas, desempeñan un papel importante en el valor nutricional de los alimentos. Las deficiencias de micronutrientes, que son comunes en muchos países en desarrollo, pueden tener importantes consecuencias adversas para la salud, contribuyendo a deterioros en el crecimiento, la función inmunológica, el desarrollo mental etc.

En el caso de los insectos, destaca la presencia de minerales como el hierro, calcio, fósforo, zinc, cobre, magnesio y manganeso. La concentración de estos varía en función del orden y la especie como ocurre con los demás nutrientes. Asimismo, tiene gran relevancia el aporte de hierro ya que la OMS (Organización Mundial de la Salud) ha señalado la deficiencia de hierro como el trastorno nutricional más común y extendido del mundo, y su inclusión en la dieta podría prevenir enfermedades como la anemia.

La deficiencia de zinc es otro problema central de salud pública, especialmente para la salud infantil y materna. Las deficiencias de este mineral pueden conducir a un retraso en el crecimiento, retraso en la maduración sexual y ósea, lesiones en la piel, diarrea, alopecia o disminución del apetito entre otras. Los insectos, por su parte, tienen un contenido en calcio, cobre, manganeso y zinc superior al de la carne, posicionándose como buena alternativa para países donde se sufre desnutrición.

Por otro lado, el contenido de vitaminas lipídicas e hidrosolubles también puede ser variable en cada especie de insecto, pero son pocos los estudios realizados para el análisis de vitaminas. En términos generales, los insectos son una buena fuente de vitaminas B, principalmente vitamina B12. Por esta razón, los insectos pueden ser una alternativa para las personas que tienen dietas basadas en plantas y consumen poca carne o pescado. Asimismo, varias especies de insectos pueden tener un mayor contenido de vitamina C y riboflavina que la carne de ganado vacuno, cerdo y pollo.¹⁶

- **Fibra:**

Los insectos contienen cantidades significativas de fibra con valores que se acercan a alimentos como los cereales mientras que la carne tradicional no posee fibra. La fibra más

común en los insectos es la quitina que, se trata de una fibra insoluble derivada del exoesqueleto, por tanto, su contenido dependerá de la especie y la etapa de desarrollo.

Algunas especies poseen altas cantidades de quitina por lo que se consideran una buena fuente de fibra dietética, aunque se cree en gran medida que los humanos no pueden digerirla. Sin embargo, algunos autores han encontrado quitinasa en jugos gástricos humanos, lo que facilitaría su digestión.

Dichos estudios también han determinado que la actividad de esta enzima es más frecuente en países tropicales donde los insectos se consumen de manera regular, al contrario que los países occidentales donde no es tan común su consumo y por ello presentan menor actividad de quitinasa.^{15,17,18}

Tabla 1. Comparativa de la composición nutricional de diferentes insectos frente al ganado vacuno, ovino y avícola.

ANIMAL	PROTEÍNAS (G/100G)	GRASAS (G/100G)	MINERALES			VITAMINAS			FIBRA (G/100G)
			Fe	Zn	Cu	B ₁₂	C	B ₂	
<i>Acheta domesticus</i> (Adulto)	20,5	5,06	5,46-8,83	6,71-11	0,62	0,53	3	3,41	4,6
<i>Acheta domesticus</i> (Larva)	15,4-17,5	4,4-7,9	2,12	6,8	0,52	0,87	1,8	1,66	2,3
<i>Tenebrio molitor</i> (Adulto)	24,13	6,14	2,87	4,86	0,75	0,56	5,4	0,85	7,4
<i>Tenebrio molitor</i> (Larva)	25	12,91	2,47	4,33-4,95	0,83	0,47	1,8-9,9	0,81-1,21	3,52
Ternera	15,72	2,45	1,9	1,6	0,2	0,84	0	0,18	-
Cordero	15,12	15,12	2,3	2,7	0,1	1,03	0	0,22	-
Pollo	17,8	6	0,7	1,4	0,1	0,4	0	0,25	-

[Fuente: Elaboración propia con datos de Orkusz, 2021 (16)]

4.2.2 Aspecto ambiental

El cambio climático constituye una de las mayores preocupaciones mundiales, en tanto que supone impactos y costes en la sociedad y en el medio ambiente y condiciona las posibilidades de vida y desarrollo de las generaciones presentes y futuras.

La producción ganadera es uno de los sectores que más contribuye al cambio climático, ya que los rumiantes liberan metano, dióxido de carbono y óxido nitroso a la atmósfera, así como los cerdos y las aves liberan nitrógeno y fósforo. Como consecuencia de la acumulación de estos gases de efecto invernadero, se produce un aumento de la temperatura del planeta, provocando así cambios en los ecosistemas. Por otro lado, estos animales a lo largo de su etapa de vida, necesitan grandes extensiones de tierra para su cría, junto con una gran cantidad de recursos alimenticios, combustibles fósiles, productos de limpieza, envases y demás.

Además de la ganadería, la agricultura es otro sector que contribuye negativamente al medio ambiente siendo una gran amenaza para la pérdida de flora y fauna en la superficie de la tierra. Las actividades agrícolas representan aproximadamente el 30 % del total de las emisiones de gases de efecto invernadero, principalmente debido al uso de fertilizantes químicos, plaguicidas y desechos animales.¹⁹

Con el objetivo de reducir esas emisiones de gases a la atmósfera y favorecer la sostenibilidad, se están investigando diferentes alternativas como es la producción de insectos. Estos son considerados como fuentes potencialmente sostenibles por las siguientes razones:¹⁷

a) Eficiencia en la conversión de alimentos

Los insectos son muy eficientes en la conversión de alimentos por ser especies poiquilotérmicas, es decir, son animales cuya temperatura corporal depende de la temperatura ambiental, por lo que no requieren alimento para mantener la temperatura corporal.²⁰

Las tasas de conversión alimento-carne, es decir, la cantidad de alimento que se necesita para producir un incremento de 1 kg en el peso, son mucho mayores que en cualquier animal doméstico. Así pues, se necesita invertir menos recursos en el crecimiento de insectos que en otros animales. Por término medio, para producir 1 kg de aumento de peso corporal, los

grillos requieren 1.7 kg de alimento, en comparación con 2.5 kg para pollo, 5 kg para cerdo y 10 kg para carne de res.

También destaca la capacidad de los insectos para convertir la proteína dietética en masa corporal comestible, ya que insectos como los gusanos de la harina o las moscas soldado negras convierten el 22-45% y 43-55% respectivamente, en comparación con el 33% de proteína en el caso de las aves.^{3,20,21}

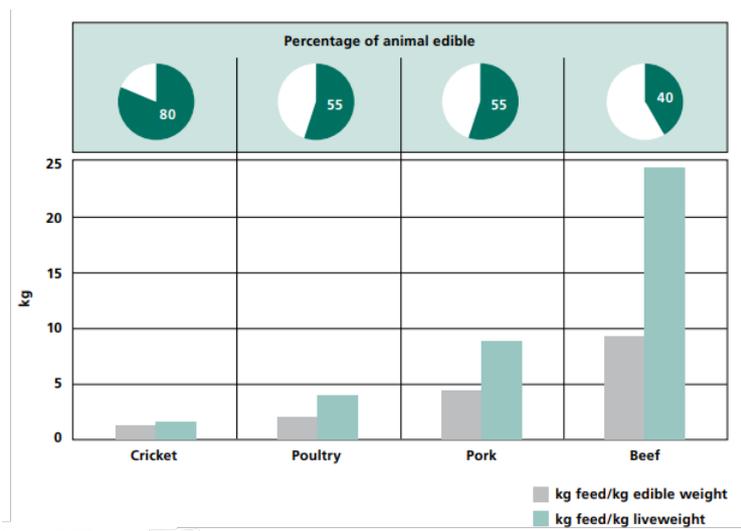


Imagen 1. Porcentaje de conversión en diferentes especies de animales e insectos

[Fuente: Informe de la FAO “Edible insects Future prospects for food and feed security”]

b) Bajo impacto ambiental

Los gases de efecto invernadero producidos por la mayoría de los insectos son inferiores a los del ganado convencional por lo que sus efectos sobre la contaminación de aire, tierra y agua son mínimos. Algo que corroboraron Oonincx et al en su estudio, donde analizaron 4 especies de insectos (*Tenebrio molitor*, *Blaptica dubia*, *Acheta domesticus* y *Locusta migratoria*) y reportaron menores emisiones de gases de efecto invernadero que cerdos y rumiantes junto con niveles más bajos de liberación de amoníaco.^{3,13,22}

El amoníaco liberado por los rumiantes mediante la orina y el estiércol contribuye a la contaminación ambiental ya que puede conducir a la nitrificación y acidificación del suelo. En el caso de los insectos, solo las cucarachas, las termitas y los escarabajos producen CH₄, que se origina a partir de la fermentación bacteriana por *Methanobacteriaceae* en el intestino. Por ello, insectos como gusanos de la harina, grillos y langostas, se comparan favorablemente

con los cerdos y el ganado vacuno en cuanto a sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y amoníaco como se puede observar en las siguientes gráficas.

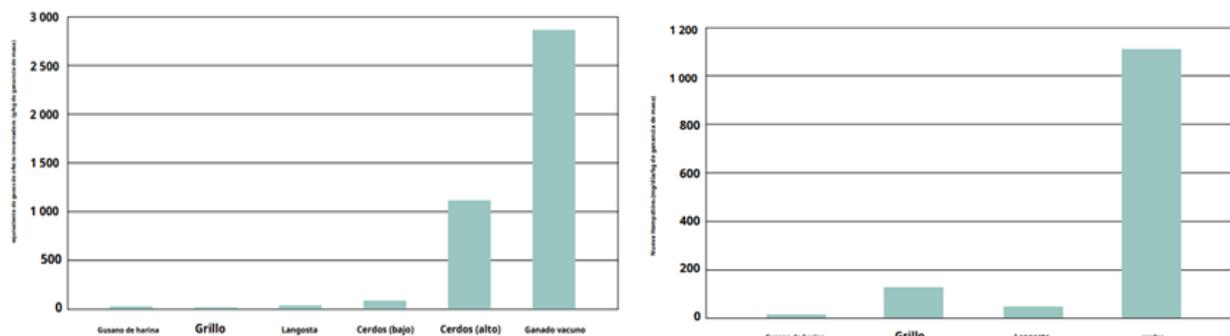


Imagen 2. Producción de gases de efecto invernadero y de amoníaco por Kg de peso ganado por tres especies de insectos, cerdos y ganado vacuno.

[Fuente: informe de la FAO “Edible Insects: future prospects for food and feed security”]

Asimismo, la implementación de estrategias innovadoras y sostenibles en la cría de insectos, puede contribuir a varios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que están interconectados. Concretamente se relaciona con los siguientes:

- ODS 2. Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y mejorar la nutrición y promover la agricultura sostenible.
- ODS 6. Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.
- ODS 9. Construir infraestructura resiliente, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.
- ODS 12. Garantizar patrones de consumo y producción sostenibles.
- ODS 13. Tomar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus impactos.
- ODS 15. Proteger, restaurar y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar los bosques de forma sostenible, combatir la desertificación y detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad.

- ODS 16. Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, proporcionar acceso a la justicia para todos y construir instituciones eficaces, responsables e inclusivas en todos los niveles.²¹

c) Revalorización de residuos orgánicos

Los insectos pueden alimentarse de residuos biológicos desde restos alimentarios y humanos hasta abono y estiércol, y pueden transformar estos en proteínas de alta calidad, que a su vez pueden utilizarse como piensos, reduciendo así la contaminación ambiental y revalorizando dichos residuos. Además, los insectos pueden ser recolectados de la naturaleza o cultivados con técnicas e instalaciones simples que requieren un mínimo de tierra o capital, y tienen una tasa de crecimiento rápida.^{3,13,21}

El reciclaje de desechos agrícolas y forestales en piensos reduce en gran medida la contaminación orgánica, sin embargo, todavía se está explorando la posibilidad de criar insectos sobre desechos orgánicos para consumo humano, dados los riesgos desconocidos de patógenos y contaminantes.¹⁵

Los estudios muestran que ciertas especies pueden usarse para convertir excrementos animales en biomasa de alto valor. Especies como la mosca soldado negra (*Hermética illucens*) o la mosca común (*Musca domestica*) son muy eficientes en este aspecto y están recibiendo gran atención ya que colectivamente podrían convertir 1.300 millones de toneladas de biorresiduos por año.¹⁵

Esta bioconversión proporciona una fuente de sustratos de bajo costo para insectos, y también es una oportunidad atractiva para crear recursos con aplicaciones en alimentos para animales, biocombustibles, productos farmacéuticos y fertilizantes para cultivos.¹⁴

d) Baja huella hídrica

El agua es un factor determinante de la productividad de la tierra y su falta está limitando la producción agrícola en muchas partes del mundo. Se estima que, para 2025, 1800 millones de personas vivirán en regiones con escasez absoluta de agua, y dos tercios de la población mundial probablemente estarán bajo estrés. Se trata de un problema que amenaza la biodiversidad, la producción de alimentos y otras necesidades humanas vitales. En este aspecto, los insectos utilizan mucha menos agua que el ganado tradicional ofreciendo así otra ventaja medioambiental.^{3,13,15}

La huella hídrica es importante para determinar si hay un uso excesivo de agua en la industria y por ello se ha calculado su uso en la producción ganadera. Los resultados concluyen que la huella hídrica media anual ($m^3/año/animal$) es de 631 para el ganado vacuno, 521 para los cerdos, 26 para los pollos de engorde y 0,003 para los gusanos de la harina.²⁷

e) Menor uso de tierra

La producción de insectos comestibles tiene una alta eficiencia en el uso de la tierra en comparación con las fuentes tradicionales de proteínas, es decir, la cría de insectos es menos dependiente de la tierra que la ganadería convencional. De hecho, se necesita de dos a diez veces menos tierra agrícola para producir un kg de proteína comestible de insectos en comparación con un kg de proteína de cerdos o ganado vacuno.^{13,14}

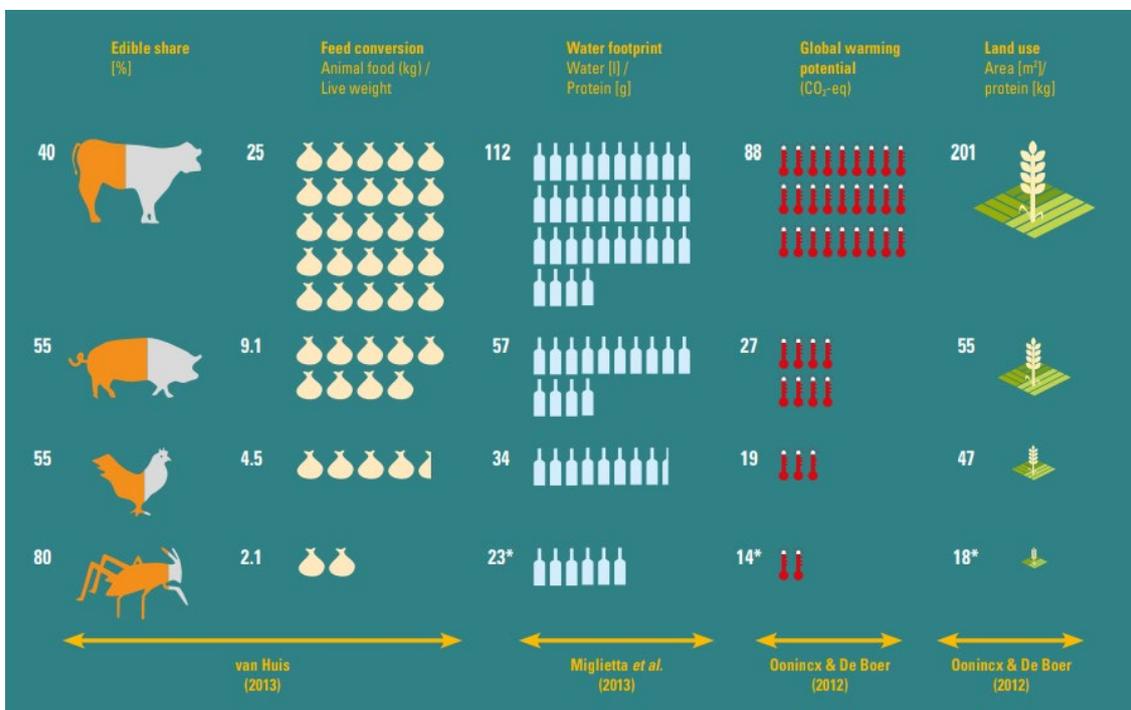


Imagen 3. Comparación de la conversión alimentaria, agua, potencial de calentamiento global y tierra necesaria para producir 1 kg de proteína del animal vivo, además del porcentaje comestible de cada especie.

[Fuente: Informe de la FAO “Looking at edible insects from a food safety perspective”]

4.2.3 Aspecto económico

Los insectos comestibles pueden proporcionar medios de vida e ingresos, ya que, la cría de insectos resulta ventajosa dado que requiere un espacio mínimo y puede realizarse tanto en zonas rurales como en zonas urbanas. Asimismo, los insectos comestibles también se

transportan de manera sencilla y no es necesaria ninguna capacitación especial para criarlos. Por lo tanto, este sector ofrece oportunidades económicas a quienes tienen un acceso mínimo a tierra, y puede aportar ingresos derivados de la venta callejera en países del sur de África o el sudeste asiático.

Los países más desarrollados también pueden emplear los insectos para generar oportunidades empresariales. Actualmente la cría de insectos se realiza principalmente a pequeña escala, en granjas familiares y se destina a mercados específicos.

Teniendo en cuenta el potencial de los insectos como alimento o pienso, cada vez surgen más iniciativas para su producción. En este contexto, la FAO presta apoyo a los países con dichas iniciativas para producir insectos de manera sostenible y mejorar la seguridad alimentaria, contribuyendo así a colmar las lagunas de conocimientos y facilitando una vía para un sector alimentario subestimado.

A pesar de ello, la escala de producción no puede competir actualmente con las fuentes convencionales de alimentos y piensos. Por tanto, la mejora de la mecanización y los marcos normativos claros para la regulación de su producción y comercio son dos aspectos clave para el crecimiento de esta industria.^{12,13}

4.3. Riesgos de la entomofagia

Un aspecto importante a considerar para garantizar la seguridad e inocuidad en el consumo de insectos son los riesgos potenciales para la salud que pueden presentar. Estos riesgos incluyen antinutrientes, alérgenos, metales pesados y peligros químicos o microbiológicos también frecuentes en alimentos convencionales.

La exposición a estos riesgos está determinada por la alimentación durante la cría, las condiciones de cosecha, el transporte, los métodos de secado, el almacenamiento y la distribución, así como la especie y la etapa de desarrollo en la que se consuma.¹⁷

- **Antinutrientes**

Los antinutrientes son sustancias naturales que pueden interferir en la absorción de nutrientes en el cuerpo. Algunas de esas sustancias son taninos, ácido fítico, oxalatos, alcaloides o saponinas y pueden aparecer en los insectos.^{17,23}

Esta presencia de antinutrientes en los insectos se debe principalmente a la alimentación que llevan. Las granjas de insectos emplean las plantas ricas en aleloquímicos como principal fuente de alimento. Estos aleloquímicos pueden ser una buena fuente de antioxidantes, pero algunos también pueden tener efectos antinutritivos.²⁴

Sustancias como el ácido fítico se unen fácilmente a minerales como el zinc, calcio, hierro o magnesio y forman complejos que disminuyen su biodisponibilidad. Otras como los taninos son compuestos polifenólicos que tienen la capacidad para formar complejos con las proteínas, disminuyendo así su digestibilidad. También se considera que tienen capacidad quelante impidiendo la absorción de minerales como el hierro, cobre o zinc, así como de vitaminas, principalmente la vitamina B12.^{25,26}

Sin embargo, la EFSA concluyó que los niveles de estos compuestos eran comparables a los de otros alimentos consumidos actualmente, y que la mayoría de los métodos de procesamiento pueden disminuir su contenido.¹⁴

- **Alergias**

En cuanto a las alergias que pueden aparecer tras el consumo de insectos, la quitina es el principal polisacárido presente en el exoesqueleto de estos, que puede provocar reacción alérgica debido a la deficiencia de la enzima quitinasa en los humanos. Lo mismo ocurre con las personas alérgicas a crustáceos, ácaros y moluscos los cuales también poseen quitina en su caparazón. Estas reacciones alérgicas pueden manifestarse como eczema, urticaria, angioedema, rinitis, conjuntivitis o asma bronquial. La mayoría de estas reacciones tienen lugar por inhalación o por contacto.^{17,23}

Otras posibles sustancias alergénicas son proteínas como la arginina quinasa, α -amilasa y tropomiosina. Las tropomiosinas están implicadas en la contracción muscular, y las personas sensibles a las tropomiosinas de crustáceos, podrían también desarrollar alergia frente a tropomiosinas de insectos. Por lo tanto, existe un alto grado de reactividad cruzada lo que sugiere que las personas con alergia a los mariscos deben evitar comer insectos.²⁷

Al igual que los riesgos anteriores, el procesamiento de insectos también puede provocar un aumento o disminución de la alergenicidad. Algunos estudios reflejan un aumento de la alergenicidad a la arginina quinasa y una disminución hacia otras proteínas tras la aplicación del tratamiento térmico.

- **Metales pesados**

Otro riesgo que puede aparecer en el consumo de insectos comestibles son los metales pesados, principalmente arsénico, mercurio, cadmio y plomo. Estos pueden acumularse en el cuerpo de los insectos a lo largo de su vida debido a diferentes factores como la especie, la etapa de desarrollo y el sustrato de alimentación. Asimismo, la capacidad de la quitina para absorber metales pesados hace relevante tener en cuenta el entorno de cría de los insectos.^{14,17}

La Comisión Técnica de Nutrición, Nuevos Alimentos y Alérgenos Alimentarios (NDA) de la EFSA concluyó que no se plantean problemas de seguridad a este respecto, siempre que el pienso administrado cumpla con los límites reglamentarios aplicables de la Unión Europea.²³

- **Riesgos microbiológicos**

Los insectos pueden ser vectores de diversos microorganismos que son perjudiciales para la salud. Estos suelen consumirse en su totalidad ya que resulta difícil retirar el intestino y es ahí donde pueden aparecer diversos microorganismos. Varios estudios han aislado algunas bacterias patógenas como *Salmonella spp.*, *Campylobacter spp.*, *E. coli O157: H7*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria spp.*, *Clostridium spp.* y *Bacillus cereus*, en el tracto digestivo de diferentes insectos. Entre ellas destacan *Clostridium* y *Bacillus* por su capacidad para formar esporas que pueden sobrevivir a los tratamientos térmicos.^{14,17}

Por otro lado, los principales parásitos que se encuentran en los insectos son *Toxoplasma gondii*, *Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia*, *Dicrocoelium dendriticum*, *Phanerolesus bonnei*, *Prosthodendrium molenkampii* e *Hymenolepsis diminuta*. Cabe destacar que el riesgo de transmitir infecciones zoonóticas a humanos se considera bajo, siempre que las granjas de insectos presenten medidas de seguridad y eviten el contacto con el ganado.

En cuanto a la presencia de hongos/mohos, estos pueden ser responsables del deterioro de los alimentos a través de las pérdidas nutricionales y de calidad del producto. Algunos de estos mohos encontrados en los insectos incluyen los géneros *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* y *Beauveria bassiana*. Estos tienen la capacidad de generar micotoxinas que pueden ser dañinas para los humanos.

Generalmente, estos riesgos microbiológicos se pueden controlar en gran medida siguiendo buenas prácticas de higiene durante la cría, manipulación, cosecha, procesamiento,

almacenamiento y transporte de insectos. Se debe considerar también la posible recontaminación o contaminación cruzada de los insectos una vez procesados, por lo que la manipulación y el almacenamiento higiénico juegan un gran papel en la seguridad de los mismos.^{14,17}

En conclusión, a pesar de que la literatura científica sobre los aspectos de seguridad alimentaria de los insectos comestibles es limitada, estos no suponen un gran riesgo siempre que se manipulen de forma adecuada. Asimismo, es crucial continuar con la evaluación de posibles peligros biológicos, químicos y físicos para garantizar la inocuidad.¹⁶

4.4. Aceptación social

La aceptación social es un medidor significativo de la disposición a comer insectos. En este aspecto, la neofobia es un obstáculo clave para la aceptación de los insectos a pesar de que cada vez más personas parecen estar dispuestas a incorporar nuevos alimentos al patrón alimentario de la dieta. Concretamente, las principales razones del rechazo hacia los insectos son el asco, la falta de costumbre y la preocupación por la seguridad.

Con el objetivo de estudiar el nivel de aceptación de los insectos en Europa, se han consultado algunos estudios de diferentes países.

Uno de los estudios se ha realizado en Cataluña (España) en septiembre de 2022 a través de un cuestionario online. En él han participado 1034 consumidores, tanto hombres como mujeres de diferentes edades. Un 86,9% de los participantes expresó que no había consumido insectos ni tenían intención de probarlos. En caso de tener que consumirlos, las opciones más atractivas son las preparaciones a base de harina, como las galletas y las barritas, donde no se pueda ver la apariencia natural del insecto. Asimismo, se concluyó que los hombres están más dispuestos a consumir insectos que las mujeres. Atendiendo al factor de la edad, el grupo de 40 a 49 años es el que más dispuesto está a consumir insectos. Cabe destacar que conocer los beneficios en base a la sostenibilidad mejoró la disposición de los encuestados a incluir insectos en su dieta habitual, aumentando la posible aceptación en un 36,3%. Por tanto, sería necesario una mayor concienciación para informar a la población de los beneficios y la seguridad de los insectos autorizados si se pretende introducirlos en la dieta de poblaciones que no tienen tradición.²⁸

Otro estudio se llevó a cabo en Finlandia en el año 2019 de forma online en el cual participaron 567 consumidores, tanto hombres como mujeres. Este estudio analizó las diferencias en el

tipo de dieta seguida por los encuestados. Como resultados se obtuvo que los veganos (70%) son más neofobos que los vegetarianos (58%) y omnívoros (56%), lo cual puede deberse a la actitud más estricta en relación a los alimentos de origen animal, lo que les impide consumir cualquier tipo de producto con dicho origen.²⁹

En 2019 también se realizó otra encuesta en la Universidad de Economía y Negocios de Polonia en la que participaron 866 estudiantes de entre 18 y 24 años. Los resultados de la encuesta indicaron que un 64.8% de los participantes tenían un nivel medio de neofobia, el 16.7% tenían un nivel bajo y el 18,5% un nivel alto, destacando un mayor rechazo por parte de las mujeres. Esta diferencia en cuanto a la neofobia estaba influenciada por los destinos de viaje, ya que quienes habían visitado países de Asia o América, tenían un nivel más bajo de neofobia. Sin embargo, a pesar de que casi el 90% de los encuestados había oído hablar de los insectos comestibles, sólo el 7,3% declaró haberlos probado. Como conclusión, solo el 17,8% de los encuestados aceptaría insectos comestibles en su dieta. Por otro lado, el nivel de ingresos también es un factor relevante ya que las personas con mayores ingresos tienen un nivel de neofobia más bajo.³⁰

Otro estudio llevado a cabo en Rumania tenía como objetivo valorar la aceptación de unos chips a base de gusano de la harina en el país. Para ello se realizaron entrevistas cara a cara en la entrada de diferentes centros comerciales. Participaron un total de 394 personas, tanto hombres como mujeres de diferentes edades. Este estudio concluyó que la edad influye indirectamente en el consumo de nuevos alimentos ya que las personas mayores tienden a ser más neofobas que las jóvenes. También se determinó que el impacto ambiental tiene gran relevancia a la hora de escoger alimentos por parte de los encuestados.³¹

En base a estos estudios, el perfil de las personas con mayor disposición a consumir insectos como parte de la dieta tendría las siguientes características: varones de entre 40 y 49 años, omnívoros o vegetarianos, con ingresos altos, interesados por la entomofagia, que hayan visitado países americanos o asiáticos, y concienciados con el medio ambiente.

Otro aspecto común en todos los estudios es la necesidad de dar visibilidad a este nuevo sector y la importancia de informar a los consumidores de la seguridad de los productos y las ventajas que estos ofrecen para hacer frente a ese rechazo inicial e ir introduciéndolos en la dieta de los países europeos como parte de la cultura.

5. CONCLUSIONES

La entomofagia, aunque se considera una práctica común en muchos países, todavía presenta un gran desafío para los países europeos. Por lo tanto, existe la necesidad de normalizar el consumo de insectos en países donde esta tradición no forma parte de la cultura alimentaria.

Un factor relevante para incentivar el consumo de insectos es el acceso a la información por parte de la población, dando a conocer datos acerca de los insectos autorizados a día de hoy en Europa.

Una de las principales preocupaciones de este siglo es el cambio climático, por lo que se están adoptando medidas destinadas a frenar su avance. Entre ellas están las alternativas a los recursos alimenticios convencionales, y en ese aspecto, los insectos poseen un reducido impacto ambiental lo que les convierte en fuentes sostenibles. Por ello y para impulsar este sector, una buena estrategia puede ser la visibilización y promoción de dichas ventajas medioambientales, ya que los estudios muestran que, a mayor concienciación, menor es el rechazo generado.

Además de los beneficios medioambientales, los insectos también se consideran alimentos altamente nutritivos con porcentajes de peso comestible superiores a otros animales, sumando así otra ventaja. Sin embargo, muchos consumidores tienen miedo a consumirlos por los posibles riesgos que estos puedan acarrear, pero los informes de organismos como la EFSA y la FAO garantizan su seguridad siempre que sean debidamente manipulados. A pesar de ello, al tratarse de nuevos alimentos es indispensable continuar con las investigaciones para asegurar su inocuidad y minimizar las posturas entomóforas en la población.

Cada vez son más los productos que hay en el mercado elaborados con insectos, y aunque algunos consumidores podrían probar un insecto visible y completo, es evidente que la estrategia de marketing a seguir por la mayoría de las empresas de insectos debe ser desarrollar productos procesados (productos de panadería, carne, pasta y pizza) donde los insectos se emplean en forma de polvo o similar, para ocultar así su apariencia natural.

En conclusión, el sector de la cría de insectos es un sector con un gran potencial que aporta un amplio abanico de ventajas tanto ambientales como nutricionales y puede ser una gran solución a la necesidad de alimentos que se vislumbra para futuras décadas. Europa aún está unos pasos por detrás de países como Asia o América por lo que queda mucho trabajo por

hacer para combatir la entomofobia y llegar a incluir los insectos como parte de la dieta habitual de los europeos. A pesar de ello, la concienciación de la población sobre el cambio climático y los problemas ambientales, puede ser un agente impulsor para probar nuevas fuentes de alimento más sostenibles como es el caso de los insectos.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Zaragoza JF. El placer de la comida: de la tradición al exotismo. Boletín de la Sociedad de Pediatría de Aragón, La Rioja y Soria [Internet]. 2007 [citado el 13 de mayo de 2023];37(1):5–14. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7282684>
2. Nelson EC. Why not eat insects?. Edinburg University Press Journals [Internet]. 2010 [citado el 13 de mayo de 2023];16(1):20. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3366/anh.1989.16.1.106a>
3. Vila IL. Origen del consumo de insectos – [Internet]. All you need is Biology. [citado el 13 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://allyouneedisbiology.wordpress.com/tag/origen-del-consumo-de-insectos/>
4. Emerling CA, Delsuc F, Nachman MW. Chitinase genes (CHIAs) provide genomic footprints of a post-Cretaceous dietary radiation in placental mammals. Sci Adv [Internet]. 2018[citado el 13 de mayo de 2023]; 4(5):10. Disponible en: <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.aar6478>
5. Reglamento (UE) 2015/2283 del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de noviembre de 2015 relativo a los nuevos alimentos, por el que se modifica el Reglamento (UE) nº 1169/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo y se derogan el Reglamento (CE) nº 258/97 del Parlamento Europeo y del Consejo y el Reglamento (CE) nº 1852/2001 de la Comisión. Diario oficial de la Unión Europea, nº307, (11 de diciembre de 2015)
6. Insectos comestibles en el supermercado. Organización de Consumidores y Usuarios [Internet]. 05 de enero de 2023 [citado el 24 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.ocu.org/alimentacion/alimentos/noticias/insectos-alimentacion>
7. Reglamento de Ejecución (UE) 2022/169 de la Comisión de 8 de febrero de 2022 por el que se autoriza la comercialización de las formas congelada, desecada y en polvo del gusano de la harina (larva de Tenebrio molitor) como nuevo alimento con arreglo al Reglamento (UE) 2015/2283 del Parlamento Europeo y del Consejo y se modifica el Reglamento de Ejecución (UE) 2017/2470 de la Comisión. Diario oficial de la Unión Europea, nº 28, (9 de febrero de 2022)
8. Reglamento de Ejecución (UE) 2021/1975 de la Comisión de 12 de noviembre de 2021 por el que se autoriza la comercialización de las formas congelada, desecada y en polvo de Locusta migratoria como nuevo alimento con arreglo al Reglamento (UE) 2015/2283 del Parlamento Europeo y del Consejo y se modifica el Reglamento de Ejecución (UE) 2017/2470 de la Comisión. Diario oficial de la Unión Europea, nº402, (15 de noviembre de 2021)
9. Reglamento de Ejecución (UE) 2022/188 de la Comisión de 10 de febrero de 2022 por el que se autoriza la comercialización de las formas congelada, desecada y en polvo de Acheta domesticus como nuevo alimento con arreglo al Reglamento (UE) 2015/2283 del Parlamento Europeo y del Consejo y se modifica el Reglamento de Ejecución (UE) 2017/2470 de la Comisión. Diario oficial de la Unión Europea, nº30, (11 de febrero de 2022)
10. Reglamento de ejecución (UE) 2023/58 de la comisión de 5 de enero de 2023 por el que se autoriza la comercialización de las formas congelada, en pasta, desecada y en polvo de las larvas de Alphitobius diaperinus (escarabajo del estiércol) como nuevo alimento y se modifica el Reglamento de Ejecución (UE) 2017/2470 de la comisión. Diario oficial de la Unión Europea, nº5, (6 de enero de 2023)
11. Mancini S, Sogari G, Espinosa Diaz S, Menozzi D, Paci G, Moruzzo R. Exploring the future of edible insects in Europe. Foods [Internet]. 2022 [citado el 24 de mayo de 2023];11(3):455. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2304-8158/11/3/455>

12. ¿Por qué deberíamos interesarnos en los insectos comestibles? Food and Agriculture Organization of the United Nations [Internet]. 13 de septiembre de 2022 [citado el 24 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.fao.org/fao-stories/article/es/c/1603348/>
13. La Contribución de los Insectos a la Seguridad Alimentaria, los Medios de Vida y el Medio Ambiente [Internet]. Foro Global sobre Seguridad Alimentaria y Nutrición (Foro FSN). 2013 [citado el 24 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.fao.org/fsnforum/es/resources/la-contribucion-de-los-insectos-la-seguridad-alimentaria-los-medios-de-vida-y-el-medio>
14. Food and Agriculture Organization. Looking at edible insects from a food safety perspective: Challenges and opportunities for the sector. Rome, Italy: Food & Agriculture Organization of the United Nations (FAO); 2021.
15. Edible insects – Future prospects for food and feed security [Internet]. Global Forum on Food Security and Nutrition (FSN Forum). 2013 [citado el 24 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.fao.org/fsnforum/resources/reports-and-briefs/edible-insects-future-prospects-food-and-feed-security>
16. Orkusz A. Edible insects versus meat-nutritional comparison: Knowledge of their composition is the key to good health. *Nutrients* [Internet]. 2021 [citado el 24 de mayo de 2023];13(4):1207. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2072-6643/13/4/1207>
17. Ordoñez-Araque R, Quishpillo-Miranda N, Ramos-Guerrero L. Edible insects for humans and animals: Nutritional composition and an option for mitigating environmental damage. *Insects* [Internet]. 2022 [citado el 24 de mayo de 2023];13(10):944. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2075-4450/13/10/944>
18. Quirce Vázquez C, Filippini V, Micó Balaguer E. La utilización de los insectos en la gastronomía, un taller nutritivo. *Cuad Biodivers* [Internet]. 2013 [citado el 24 de mayo de 2023];(43). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.14198/cdbio.2013.43.02>
19. Reducción de los gases de efecto invernadero. Organismo Internacional de Energía Atómica [Internet]. 2018 [citado el 24 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.iaea.org/es/temas/reduccion-de-los-gases-de-efecto-invernadero>
20. Van Huis A, Oonincx DGAB. The environmental sustainability of insects as food and feed. A review. *Agron Sustain Dev* [Internet]. 2017 [citado el 24 de mayo de 2023];37(5):14. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s13593-017-0452-8>
21. Moruzzo R, Mancini S, Guidi A. Edible insects and sustainable development goals. *Insects* [Internet]. 2021 [citado el 24 de mayo de 2023];12(6):557. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2075-4450/12/6/557>
22. Oonincx DGAB, van Itterbeeck J, Heetkamp MJW, van den Brand H, van Loon JJA, van Huis A. An exploration on greenhouse gas and ammonia production by insect species suitable for animal or human consumption. *Plos One* [Internet]. 2010 [citado el 29 de mayo de 2023];5(12):7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0014445>
23. Boehm E, Borzekowski D, Ververis E, Lohmann M, Böl G-F. Communicating food risk-benefit assessments: Edible insects as red meat replacers. *Front Nutr* [Internet]. 2021 [citado el 29 de mayo de 2023];8:749696. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3389/fnut.2021.749696>
24. Liceaga AM. Edible insects, a valuable protein source from ancient to modern times. *Adv Food Nutr Res* [Internet]. 2022 [citado el 29 de mayo de 2023];101:129–52. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1043452622000110>
25. Martínez Domínguez B, Ibáñez Gómez MV, Rincón León F. Ácido fítico: aspectos nutricionales e implicaciones analíticas. *Arch Latinoam Nutr* [Internet]. 2002 [citado el 29 de mayo de 2023];52(3):219–31. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222002000300001

26. Mena H, Pardo A, Espinosa IM, Ayerbe A, Ferri C. Antinutrientes. Su efecto en la alimentación. *Revista médica y de enfermería Ocronos*. 2023 [citado el 29 de mayo de 2023]; 6 (2): 33. Disponible en: <https://revistamedica.com/principales-tipos-antinutrientes/>
27. De la Fuente JL. ¿Has pensado alguna vez en comer insectos?: ¡También contienen alérgenos! [Internet]. *Alergiayasma.es*. [citado el 24 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://alergiayasma.es/has-pensado-alguna-vez-en-comer-insectos-tambien-contienen-alergenos/>
28. Ros-Baró M, Sánchez-Socarrás V, Santos-Pagès M, Bach-Faig A, Aguilar-Martínez A. Consumers' acceptability and perception of edible insects as an emerging protein source. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2022 [citado el 24 de mayo de 2023];19(23):15756. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1660-4601/19/23/15756>
29. Elorinne A-L, Niva M, Vartiainen O, Väisänen P. Insect consumption attitudes among vegans, non-vegan vegetarians, and omnivores. *Nutrients* [Internet]. 2019 [citado el 24 de mayo de 2023];11(2):292. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2072-6643/11/2/292>
30. Orkusz A, Wolańska W, Harasym J, Piwowar A, Kapelko M. Consumers' attitudes facing entomophagy: Polish case perspectives. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2020 [citado el 29 de mayo de 2023];17(7):2427. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/7/2427>
31. Petrescu-Mag RM, Rastegari Kopaei H, Petrescu DC. Consumers' acceptance of the first novel insect food approved in the European Union: Predictors of yellow mealworm chips consumption. *Food Sci Nutr* [Internet]. 2022 [citado el 29 de mayo de 2023];10(3):846 - 862. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/fsn3.2716>